



# **Tillämpning av olika fjärranalysmetoder för urvalsförfarandet av ungskogsbestånd inom den enkla älgbetesinventeringen (ÄBIN)**

**Jonas Bodenheim**

**Arbetsrapport 92 2002**

**Examensarbete i ämnet fjärranalys inom skogsvetarprogrammet  
Handledare: Holger Dettki**

---

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET  
Institutionen för skoglig resurshushållning  
och geomatik  
SE-901 83 UMEÅ  
Tfn: 090-786 7464 Fax 090-77 81 16

ISSN 1401-1204  
ISRN SLU-SRG-AR--92--SE

## Förord

Detta examensarbete har utförts vid institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, avdelningen för fjärranalys, Sveriges LantbruksUniversitet (SLU) Umeå. Arbetet motsvarar 20 poäng och är en del i Skogsvetarprogrammet. Studien finansierades av Skogsstyrelsen via ett projektanslag från Rymdstyrelsen och var en del i ett projektsamarbete mellan Skogsstyrelsen och SLU.

Jag vill tacka Holger Dettki (handledare) och Håkan Olsson (examinator) som stöttat mig under projektets gång och kommit med värdefulla synpunkter på manuskriptet. Sören Holm och Coomaren Vencatasawmy skall ha tack för hjälp med statistiska analyser och Olle Hagner för hjälp med satellitbildsträckning. Ett tack även till Skogsvårdstyrelserna som var delaktiga i projektet och genomförde nödvändigt fältarbete. Jag vill också tacka de medarbetare på Skogsvårdsstyrelserna i Västerbotten och Östra Götaland och på SLU som medverkade i försöket.

Umeå, mars 2002

Jonas Bodenheim

## Abstract

The Simple Moose Inventory (ÄBIN) is a method to interpret the winter moose population's browsing effects on juvenile forest. Together with modelling of potential moose forage, ÄBIN will provide a good basis for decisions on acceptable population size.

The goal at the project has been to simplify the selection of stands to be used in ÄBIN. Today all stands potentially between 1-4 m tree height are identified. This project has tested the possibility of identifying juvenile forest using remote sensing data. The purpose was to evaluate the ability of analog aerial photography, digital orthophotos and digital satellite images to: a) find juvenile stands with mean height 1-4 m and b) delineate the identified juvenile stands. This was tested for each data type solitarily and in combination with the information collected from the Regional Forestry Boards GIS-application 'Kotten'. The satellite images used were SPOT HRVIR and Landsat ETM+ images.

Two geographical test sites were used for the investigation, Västerbotten in the northern part of Sweden (64°N, 20°E) and Östra Götaland (57°30'N, 16°30'E) in the south. The field data were collected in 20 1 km<sup>2</sup> areas in each of the two test sites. Ten interpreters and ten methods were used for each investigation.

The combination of the method *Orthophoto* with *SPOT HRVIR* and the method *Orthophoto* gave the highest hit rate (93% and 90%) in Västerbotten. A hit was defined as a field stand that had any overlap with an interpreted stand. The combination of the method *Orthophoto* with information from 'Kotten' and *aerial photography* with *Landsat* gave the highest hit rate (82% and 78%) in Östra Götaland.

A third study in Östra Götaland tested the possibility of improving the results by optimising the satellite images with balanced colour contrast and brightness. In this study the rate of hit, identification and delineation is higher, compared to the originally study in Östra Götaland. Methods using background information gave a higher rate of identified area and less over-interpreted area in the third study. The results are even better with background information. Over-interpreted area decreased from 149% in the original study to 79% with SPOT HRVIR and from 118% in the original study to 8% with Landsat ETM+.

It is possible to find a large number of stands with 1-4 m tree height. No method succeeded to delineate stands with enough accuracy to avoid preparatory field visits. The delineated area was 54% of the stand area in the field for the best method. Some interpreters reached the same level irrespective of method. This indicates that the interpreter is a large source of bias. Training of interpreters will probably improve the results.

Each method took approximately the same amount of time to carry out. Hence, no consideration needs to be taken regarding the time limit for the choice of method. The third study showed that the spatial resolution of SPOT HRVIR and Landsat ETM+ images is high enough to identify stands with the same accuracy as orthophotos.

## Sammanfattning

Den enkla älgbetesinventeringen (ÄBIN) är en metod att skatta vinterstammens påverkan på ungskogarna. Tillsammans med modellberäkningar av fodertillgångens utveckling bör denna information utgöra ett gott underlag för beslut om en för flera parter acceptabel populationsnivå, vilket kan ligga till grund för lämplig avskjutning några år framåt.

Projektets mål har varit att undersöka fjärranalysmetoder som eventuellt kan förenkla urvalsprocessen av ungsogsbestånd inom ÄBIN-rutorna. Idag identifieras och markeras alla bestånd där den aritmetiska medelhöjden på huvudstammarna kan vara mellan en och fyra meter. I detta projekt har olika fjärranalysmetoders lämplighet att identifiera ungskog testats. Projektets syfte var att utvärdera hur väl analoga flygbilder, digitala ortofoton och digitala satellitbilder var för sig och tillsammans med den bakgrundsinformation Skogsvårdsstyrelsen har i GIS-applikationen 'Kotten', i projektet benämnd 'bakgrundsinformation', kan användas för att: a) hitta ungsogsbestånd med en medelhöjd mellan 1-4 m, b) göra en korrekt arealavgränsning av de identifierade ungskogarna. De satellitdata som användes var SPOT HRVIR och Landsat ETM+.

Två geografiska områden utnyttjades för försöket, Västerbottens kustland och Västerviks kommun i Östra Götaland. Fältdatat i försöket utgjordes av 20 stycken 1x1 km rutor i vardera försöksområde. Till varje försöksområde användes tio tolkare och tio tolkningsmetoder.

I Västerbotten var det kombinationen av metoderna *Ortofoto* med *SPOT-satellitbild* samt enbart *Ortofoto* som gav högst arealandel av träffade fältbestånd, 93% respektive 90%, medan metoderna *Ortofoto* tillsammans med *Landsat* träffade minst andel fältareal. I Östra Götaland var det metoden *Ortofoto med bakgrundsinformation* och metoden *Flygbild+Landsat* som gav störst andel träffad fältareal, 82% respektive 78%, medan metoden *Landsat* träffade minst andel av arealen.

I en tilläggsstudie med data från Östra Götaland undersöktes hur mycket bättre resultat som kunde erhållas med optimalt sträckt satellitdata där bildernas kontrast och ljusstyrka balanserades noggrant. I denna studie har träffad, identifierad och avgränsad areal ökat i jämförelse med motsvarande metoder och studieområde i grundstudien. De båda metoderna med bakgrundsinformation gav högre andel identifierad areal samtidigt som den övertolkade arealen minskade. Genomgående erhöles bättre resultat med bakgrundsinformation, jämfört med samma bildmaterial utan bakgrundsinformation. Framför allt var det den övertolkade arealen som minskade där bakgrundinformationen användes, med SPOT från 149% till 79% och med Landsat från 118% till 8%.

Det gick att hitta en stor andel av fältarealen ungsogsbestånd i intervallet 1-4 m, ingen metod klarade däremot att avgränsa bestånden med tillräcklig noggrannhet så att en utläggning av provyteförband utan föregående fältbesök blir möjligt. Den korrekt avgränsade arealen lyckades inte med någon metod överstiga 54% av fältarealen. Enskilda tolkare har oavsett metod nått resultat som är i nivå med den bästa metoden. Det innebär att tolkaren är en betydande felkälla. Av det dras slutsatsen att en utbildning av tolkarna i ÄBIN bör höja lägstanivån på resultatet.

Det är en tämligen liten skillnad i tidsåtgång för de olika metoderna, därför behöver ingen hänsyn tas till tidsåtgången vid val av metod. Tilläggsstudien visade att SPOT och Landsats spektrala upplösning möjliggjorde identifiering av bestånd med samma precision som ortofoto med högre rumslig upplösning.

## Innehållsförteckning

1. Inledning.....	6
2. Material och Metoder.....	7
2.1. Försöksområden.....	7
2.2. Bild- och kartmaterial.....	7
2.3. Försöksupplägg.....	9
2.4. Försöksgenomförande.....	10
2.5. Fältdata.....	11
2.6. Utvärdering.....	11
2.7. Datahantering.....	13
3. Resultat.....	14
3.1. Jämförelse mellan metoder.....	14
3.2. Jämförelse mellan tolkare.....	18
3.3. Beståndsegenskaper inom metoder.....	19
3.4. Tidsåtgång.....	20
3.5. Höjdsamband.....	20
4. Diskussion.....	21
4.1. Metoder.....	21
4.2. Beståndsavgränsning.....	21
4.3. Undersökningens representativitet.....	22
4.4. Tolkning av beståndshöjd.....	22
4.5. Skillnader mellan tolkare.....	22
4.6. Tidsåtgång.....	23
4.7. Metodernas praktiska användbarhet.....	23
5. Slutsatser.....	25
6. Referenser.....	26
7. Bilagor.....	27
Bilaga 1: Teckenförklaring.....	28
Bilaga 2: Tolkningsinstruktion.....	30

## 1. Inledning

Älgpopulationen är föremål för en ständig diskussion i Sverige, vare sig det rör sig om antalet älgar som skall skjutas eller vilken kostnad älgerna är för skogsbruket. Djurens påverkan på föryngringarna har varit – och är alltjämt – stora. Trots stora satsningar på bl.a. kampanjer, skade- och populationsinventeringar har få långsiktiga resultat uppnåtts. Detta beror till en del på ämnets känsliga natur, men också avsaknaden av ett gemensamt dataunderlag att utgå från vid diskussioner. Den enkla ÄlgBetsINventeringen (ÄBIN) är en metod att objektivt skatta vinterstammens påverkan på ungskogarna (Holm 2001a). Tillsammans med kunskap om älgstammens storlek och sammansättning skapas ett underlag för förvaltningsbeslut. ÄBIN mäter vinterbetesskadorna i ungskog med medelträdhöjden 1-4 m. Inventeringen sker på barmark under våren och innan skottskjutningen, eftersom mätningarna blir svårare efter skottskjutningen. Inventeringen är uppbyggd med ett mindre antal obligatoriska variabler och är påbyggbar med en mängd frivilliga variabler (Holm 2001b).

Ett av målen med ÄBIN har varit att skapa en gemensam bas för diskussioner mellan berörda parter. Denna gemensamma bas fås genom en statistiskt säkerställd inventeringsmetod och resultatredovisning. ÄBIN är tänkt att användas på lokal nivå, t.ex. inom ett älgvårdsdistrikt. Istället för att inventera älgstammens storlek, vilket är kostsamt, ger ÄBIN information huruvida älgpopulationen inom ett område är för stor, lagom eller för liten i förhållande till andelen vinterbetesskador. Tillsammans med modellberäkningar av fodertillgångens utveckling bör denna information utgöra ett gott underlag för beslut om en för flera parter acceptabel populationsnivå, vilket kan ligga till grund för lämplig avskjutning några år framåt.

Första steget i ÄBIN är att avgränsa inventeringsområdet ( $\geq 20\,000$  ha) och markera det på kartan. Hela området delas sedan in i rutor om cirka 100 ha. Ur dessa slumpades 55 rutor, där samtliga bestånd som kan vara intressanta identifierades och ritades in på en karta. De identifierade rutorna besöks i fält för att uttröna om de är användbara som ÄBIN-rutor, det vill säga innehåller ungskogsbestånd med en aritmetisk medelhöjd för huvudstammarna mellan 1-4 m. Beståndsarealen skall vara minst 0.5 ha och andra lövträd än björk får uppgå till högst 3/10 av stamantalet på beståndsnivå efter en tänkt röjning (Holm 2001a).

Projektets mål har varit att undersöka fjärranalysmetoder som eventuellt kan förenkla urvalsprocessen av ungskogsbestånd inom ÄBIN-rutorna. Idag identifieras alla bestånd som kan tänkas ha en aritmetisk medelhöjd hos huvudstammarna på mellan 1-4 m. Detta ger en stor övertolkning gentemot de bestånd som faktiskt har den eftersökta höjden. Genom ett mer precist urval skulle andelen överidentifierade bestånd kunna minskas utan att några bestånd mellan 1-4 m missas. I detta projekt med arbetsnamnet ÄBIN-Satellit har lämpligheten av olika fjärranalysmetoder, som flygbildstolkning i spegelstereoskop och bildskärmstolkning av digitalt ortofoto eller satellitscen, för att identifiera ungskog testats. Det har även undersökts hur de olika metoderna skiljer sig åt med avseende på andel ungskogsbestånd och andel areal mellan 1-4 m som hittats, missats respektive övertolkats. Även tidsåtgången för tolkningen med de olika metoderna har utvärderats. Vidare har försöket testat om det är möjligt att göra en arealavgränsning av de hittade bestånden med hjälp av bildskärmstolkning. Slutligen har olika bildmaterial kombinerats för att se om det förbättrade resultatet.

Projektets syfte var att utvärdera hur väl analoga flygbilder, digitala ortofoton och digitala satellitbilder var för sig och tillsammans med den information skogsvårdsstyrelsen har i GIS-

applikationen 'Kotten' kan användas för att: a) hitta ungskogsbestånd med en medelhöjd mellan 1-4 m, b) göra en korrekt arealavgränsning av de identifierade ungskogarna.

## 2. Material och Metoder

### 2.1. Försöksområden

Två geografiska områden har utnyttjats för försöket. Västerbottens kustland (64°N, 20°O) , där landytan höjer sig trappstegsvis västerut och landet genomkorsas av älvar och åar som rinner åt sydost. Det är en kullig terräng med nivåskillnader upp till 100-200 m (Nationalencyklopedin 1996). För att erhålla en nord-sydlig gradient på försöket valdes även ett område i södra Sverige, Västerviks kommun i Östra Götaland (57°30'N, 16°30'O), vilket kännetecknas av långsträckta sprickdalar från nordväst till sydöst med sjöar eller uppodlad lerjord på botten. Bergsryggarna domineras av gles tallskog och på flera håll utmed kusten finns klapperstensfält (Nationalencyklopedin 1996). Dessa båda geografiska områden valdes eftersom det på grund av parallella forskningsprojekt fanns aktuellt bildmaterial tillgängligt. I Västerbotten har dessutom fjärranalysmetoder prövats där under lång tid.

Varje inventeringsområde omfattade minst 20 000 ha. I varje område slumpades 20 kartrutor till ÄBIN-satellittrutor från de 55 vanliga ÄBIN-rutorna. En ÄBIN-ruta omfattade 1x1 km. Kravet på ÄBIN-satellittrutan var att den innehöll bestånd med medelhöjd mellan 0-8 m. Endast bestånd över 0.5 ha identifierades (Holm 2001a). Innan inspektion i fält undersöktes om det fanns molnfria SPOT HRVIR- och Landsat ETM+-scener från 1999 eller yngre, flygbilder från 1993 eller yngre och digitala ortofoton från 1996 eller yngre. Uppfylldes inte ovanstående krav slumpades en ny ruta.

ÄBIN-Satellit i Västerbotten och i Östra Götaland ses som olika delstudier som utvärderades var för sig och varje tolkare arbetade enbart med rutor från ett område. Ingen tolkare har gjort ÄBIN-fältarbete i någon ÄBIN-Satellitruta. I Östra Götaland gjordes en tillägsstudie (ÄBIN-Satellit II), vilken ses som en tredje delstudie.

Flera av tolkarna hade i utvärderingen påtalat svårigheten att erhålla en tillräckligt bra inställning av satellitbilderna. Syftet med tillägsstudien var att undersöka om det gick att förbättra resultatet med hjälp av optimerad satellitdata där bildernas kontrast och ljusstyrka balanserats noggrannt för att undvika att tolkarens GIS-kunskaper var den begränsande faktoren.

### 2.2. Bild- och kartmaterial

Under tolkningen har både digitalt bildmaterial, analoga flygbilder och olika typer av GIS-data använts för sig eller i kombination med varandra:

- *Digitala ortofoton* baserade på flygbilder från 1996-1999, registrerade från 4600 m eller 9200 m flyghöjd.
- *SPOT HRVIR* satellitscener från 1999, där en SPOT-scen består av fyra spektralband (tabell 1). För hela försöket har sju scener använts, två i Östra Götaland och fem i Västerbotten. I de båda första studierna har tolkaren själv fått byta bandkombination och sträcka bilden. I tillägsstudien har bilden sträckts på avdelningen för fjärranalys, institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik vid SLU Umeå, med avseende på att identifiera och avgränsa ungskog. Varje SPOT-scen var sträckt i två varianter med olika bandkombinationer. Alla SPOT-scener var treskiktets multispektrala bilder där vart och ett av bildens skikt infärgades i rött, grönt respektive blått (RGB). För de olika spektralbandens färg och våglängd, se tabell 1. Den första har bandkombinationen 3 – 4 –

2, vilket ger bra kontraster mellan barrträdsarter, men det är svårt att skilja på löv och gräs. Med den andra bandkombinationen 3 – 2 – 1 visas lövinslag tydligt, men även vägar syns bra. (Enander & Minell 1993).

- *Landsat ETM+* satellitscen från 1999 och 2000, där en Landsat-scen består av sju spektralband (tabell 1). För hela försöket har två scener använts, en för vardera försöksområdet. Även för Landsat-scenerna har tolkaren givits möjligheten att själv ändra bandkombination och sträcka bilden. I tilläggsstudien har Landsat-scenen, liksom SPOT-scenen, sträckts på avdelningen för fjärranalys, institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik vid SLU Umeå, med avseende på att identifiera och avgränsa ungskog. Varje Landsat-scen var sträckt i tre varianter med olika bandinställningar, där alla satellitscener är treskikts multispektrala bilder. Även här har bildens skikt har infärgats i rött, grönt respektive blått. Den första har bandinställningen 4 – 5 – 7, vilket ger bra kontraster mellan barrträdsarter och bilden ger ingen reflektion i vatten, men det är svårt att skilja på löv och gräs (Hagner 1997). Med den andra bandinställningen, 4 – 3 – 2, visas lövinslag tydligt, men även vägar syns bra (Enander & Minell 1993). Den sista bandinställningen är 3 – 2 – 1. Bilden visar det synliga ljuset som återger en tydlig skillnad mellan skogbevuxen och kal mark.
- *Analoga flygbilder* från 1993 till 1999. Papperskopior i skala 1:30 000 tolkades i spegelstereoskop. Den aktuella ÄBIN-Satellitrutan markerades på flygbilden med blyerts för att tolkaren skulle hitta ÄBIN-rutan omedelbart. De analoga flygbilderna användes enbart för identifiering av bestånd, all avgränsning gjordes på skärmen med digitalt ortofoto eller Landsat-scen som bakgrund. Flygbilderna över Västerbotten var tagna 1993, 1995 eller 1998. Flygbilderna över Östra Götaland var tagna 1996 eller 1999. Alla flygbilder levererades av Metria.

**Tabell 1.** Våglängder för satellitbildernas olika spektralband (Willen & Gustafsson 2000).

SPOT HRVIR (band nr)	Landsat ETM+ (band nr)	Våglängd (µm)	Färg
	1	0.45-0.52	Blå
1	2	0.50-0.59	Grön
2	3	0.61-0.68	Röd
3	4	0.79-0.89	Nära infraröd
4	5	1.58-1.75	Mellaninfraröd
	6	10.4-12.5	Termisk
	7	2.09-2.35	Mellaninfraröd

Följande bakgrundsmaterial fanns tillgängligt i Skogsvårdsstyrelsens GIS-applikation 'Kotten' och användes i försöket:

- *ÖSI-information* (Översiktlig SkogsInventering). ÖSI fanns endast tillgängligt för Västerbotten och gjordes på privatägd mark mellan 1980 och 1993. Tyvärr saknades åldersangivelse på materialet i studien.
- *Avverkningsanmälningar*. I projektet användes två typer av avverkningsanmälningar, dels en äldre modell med en GPS-punkt (Global Positioning System) för varje avverkning och dels den nyare modellen där gränserna för varje avverkningsanmälan har digitaliserats. I varje punkt respektive polygon kunde tolkaren utläsa information (bilaga 1). Avverkningsanmälningarna var uppbyggda på samma sätt både i Västerbotten och Östra Götaland.
- *Geografiska Sverigedata*. I Östra Götaland användes både rasterskiktet och markvattenskiktet, medan rasterskiktet användes i Västerbotten. I tilläggsstudien gjordes de delar av mark och vattenskiktet som kunde hysa ungskog transparent.



- *Höjdkurvor* med ekvidistansen 5 m. Höjdkurvor användes endast i tilläggsförsöket.

### 2.3. Försöksupplägg

För ÄBIN-Satellit i Västerbotten respektive Östra Götaland användes tio tolkare och tio olika tolkningsmetoder (tabell 2). Varje tolkare tolkade två olika rutor med varje metod. Med denna försöksuppläggning återvände inte en tolkare till en av honom själv redan tolkad ruta. I ÄBIN-Satellit II användes fyra tolkare och fyra olika metoder. Varje tolkare tolkade fyra olika rutor med varje metod. De resterande fyra rutorna användes som kalibreringsrutor. I ÄBIN-Satellit II användes de fyra första metoderna i tabell 2.

**Tabell 2.** Lista över de olika tolkningsmetoderna i Västerbotten och Östra Götaland.

Nr	Metod	Bild- och bakgrundsmaterial
1	<i>SPOT+bakgrundsinformation</i>	SPOT HRVIR (1999) och bakgrundsinformation
2	<i>Landsat+bakgrundsinformation</i>	Landsat ETM+ (1999/2000) och bakgrundsinformation
3	<i>SPOT</i>	SPOT HRVIR (1999)
4	<i>Landsat</i>	Landsat ETM+ (1999/2000)
5	<i>Ortofoto+bakgrundsinformation</i>	Ortofoto (1998) och bakgrundsinformation
6	<i>Ortofoto</i>	Ortofoto (1998)
7	<i>Flygbild+Ortofoto</i>	Analog flygbild 4600m (1993-1999)/Ortofoto (1998)
8	<i>Flygbild+Landsat</i>	Analog flygbild 4600m (1993-1999)/Landsat ETM+ (1999/2000)
9	<i>Ortofoto+Landsat</i>	Ortofoto (1998)/Landsat ETM+ (1999/2000)
10	<i>Ortofoto+Landsat</i>	Ortofoto (1998)/SPOT HRVIR (1999)

Tolkningsunderlaget sammanställdes i ett ArcView-projekt (ESRI 1998). Varje projekt innehöll 20 vyer, d.v.s. en vy för varje ruta. I vyn fanns endast den information som tolkaren skulle använda för tolkningen av just den rutan. Tolkarna erhöll var sin cd-skiva med ArcView-projektet och en mapp innehållande teckenförklaring (bilaga 1), tolkningsinstruktion (bilaga 2), tolkningsordning, utvärdering och enkät. För ÄBIN-Satellit II utgjorde som tidigare nämnts fyra rutor av kalibreringsrutor, där fältdata var inlagd som stöd för tolkaren. Kalibreringsrutorna valdes så att alla höjdklasser mellan 0-8 meter blev representerade minst en gång. Även i ÄBIN-Satellit II erhöll tolkarna en mapp innehållande teckenförklaring (bilaga 1), tolkningsinstruktion (bilaga 2), tolkningsordning, utvärdering och enkät. Med hjälp av enkäten erhöles en översiktlig bild av tolkarnas erfarenhet av de olika bildmaterial och programvaror som användes i försöket.

Tolkningen organiserades som en matris med tolkare på Y-axeln och block på X-axeln (tabell 3). I matrisen slumpades metoderna utan återläggning. Härigenom erhöles två stycken romerska kvadrater (Holm 2000), där varje metod fanns representerad en gång per ruta och en gång per tolkare. Metoderna respektive rutorna slumpades ut bland fem personer från Skogsvårdsstyrelsen och fem personer från SLU i varje försök. De fyra tolkarna i tilläggstudien var av praktiska skäl enbart SLU-personal. Tolkarna från Skogsvårdsstyrelserna var distriktspersonal och tolkarna från SLU var personal på institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik. Ingen av försöksdeltagarna sysslade med bildtolkning dagligen. Rutorna tolkades i slumpmässigt vald ordning. Tolkarna från Skogsvårdsstyrelsen började tolka de rutor som innehöll analog flygbildstolkning, då de endast fanns i ett exemplar. I övrigt har även de följt den slumpmässiga tolkningsordningen. I tilläggsförsöket organiserades data på samma sätt som de andra båda delstudierna, dock med den skillnaden att fyra romerska kvadrater erhöles.

**Tabell 3.** Tolkningsmatris för ÄBIN-Satellit. De olika siffrorna i matrisen motsvarar metoderna 1-10 i tabell 2.

	Kvadrat 1										Kvadrat 2									
Ruta	7	20	4	1	19	18	15	13	14	10	17	2	8	11	16	9	6	12	3	5
Tolkare 1	6	2	5	7	9	3	8	4	10	1	9	5	3	1	8	4	6	7	10	2
Tolkare 2	8	10	9	6	5	2	1	7	4	3	2	7	9	10	1	8	4	5	6	3
Tolkare 3	2	3	1	9	6	7	4	8	5	10	4	1	5	7	10	9	8	3	2	6
Tolkare 4	7	8	6	10	4	5	2	3	1	9	5	4	7	3	2	1	10	6	8	9
Tolkare 5	4	9	10	5	3	1	6	2	7	8	10	3	8	6	4	5	1	2	9	7
Tolkare 6	1	7	2	8	10	9	3	5	6	4	7	8	4	2	9	6	3	1	5	10
Tolkare 7	3	1	8	4	2	6	5	10	9	7	3	9	1	5	6	10	2	4	7	8
Tolkare 8	9	5	4	1	8	10	7	6	3	2	1	2	6	8	7	3	9	10	4	5
Tolkare 9	10	6	3	2	7	4	9	1	8	5	6	10	2	9	3	7	5	8	1	4
Tolkare 10	5	4	7	3	1	8	10	9	2	6	8	6	10	4	5	2	7	9	3	1

Endast bakgrundsinformation som fanns över alla 20 ÄBIN-Satellitrutorna i respektive försöksområde användes. I de fall det fanns mer information över någon ruta användes inte den informationen i försöket. Innehållet i bakgrundsinformationen skiljde sig åt mellan norra och södra Sverige och mellan ÄBIN-Satellit och ÄBIN-Satellit II i Östra Götaland.

#### 2.4. Försöksgenomförande

Tolkningsförsöket har ägt rum mellan 2001-08-13 och 2002-01-08. Innan tolkningsförsöket inleddes fick alla tolkare skriftliga tolkningsinstruktioner (bilagor 1 och 2) och en muntlig introduktion.

Tolkningen bestod av två moment. Först identifierade och markerade tolkarna på lämpligt sätt bestånd där den aritmetiska medelhöjden av huvudstammarna var mellan 1-4 m. Därefter arealavgränsades de identifierade bestånden med hjälp av skärmdigitalisering. Den aritmetiska medelhöjden i decimeter angavs på huvudstammarna i de bestånd mellan 1-4 m som tolkaren identifierade i rutan. I ÄBIN-Satellit II omfattade ovan nämnda uppgift alla bestånd mellan 0-6 m. För metoder där olika kombinationer av bildmaterial användes, utnyttjade tolkaren det enligt honom lämpligaste materialet för identifiering respektive avgränsning. Det innebar att tolkaren kunde använda allt material både till identifiering och avgränsning.

Varje tolkare antecknade tolkningsdatum och metod för varje tolkad ruta. Även tiden det tog att tolka en ruta noterades. Det var inga tidskrav från försöket på tolkaren, ÄBIN-satellit var dock en uppgift utöver den dagliga sysselsättningen. Tolkarna från Skogsvårdsstyrelsen hade dock tid avsatt för genomgång och tolkning av de fyra rutor där analoga flygbilder användes. Vidare kunde tolkaren ange om det var något som försvårade eller förenklade tolkningen av en viss ruta. Till varje skärmdigitaliserad polygon kopplades ett unikt sju-siffrigt nummer som gav information om vem som hade tolkat polygonen, med vilken metod polygonen var tolkad, vilken ruta polygonen tillhörde och ett ordningsnummer för att minimera risken att data blandades av misstag. För att ytterligare minimera risken skapades nya fält i tabellen för metod, ruta, tolkare och ordningsnummer. Dessa jämfördes med det unika sju-siffriga numret och eventuell misstämme kunde korrigeras.

## 2.5. Fältdata

Fältdatat som utgjordes av 20 ÄBIN-Satellittrutor i Östra Götaland respektive Västerbotten samlades in av Skogsvårdsstyrelsens personal i respektive län. Allt fältarbete byggde på anvisningarna i ÄBIN (Holm 2001a). Vissa ändringar gjordes för ÄBIN-satellit: alla bestånd mellan 0-8 m identifierades och vid fältbesöket antecknades medelhöjd och GPS-koordinat för en godtycklig punkt i beståndet. Vid inventeringen avgränsades alla bestånd med medelhöjd mellan 1-4 m med GPS. För bestånden i höjdintervallet 0-8 m har följande insamlade skogliga variabler använts: medelålder, medelhöjd och trädslagsfördelning. I Västerbotten har dessa variabler endast samlats in för bestånd mellan 1-4 m. Den totala fältarealen var i Västerbotten 170 ha, fördelade på 29 bestånd. Motsvarande för Östra Götaland var 126 ha, fördelade på 37 bestånd. Fältarealen beräknades i GIS-programmet ArcView 3.1 (ESRI 1998) och var resultatet av GPS-avgränsningen som gjordes av inventeraren. Beståndsegenskaperna för de variabler som samlats in i fält och använts i analysen skiljde sig något för respektive område (tabell 4). Största skillnaden var den högre granandelen och mindre beståndsarealen i Östra Götaland.

**Tabell 4.** Beståndsegenskaper för fältbestånd 1-4 m i Västerbotten (AC; n=29) och Östra Götaland (OG; n=37).

Beståndsegenskap	AC			OG		
	Min	Max	$\bar{x} \pm 1SD$	Min	Max	$\bar{x} \pm 1SD$
Medelålder (år)	4	25	10.7±4.0	5	12	8.5±2.0
Medelhöjd (dm)	10	40	21.4±8.0	10	38	18.9±8.9
Tall (1/10-del)	1	9	5.0±2.3	0	10	4.8±3.4
Contorta (1/10-del)	0	0	0.0±0.0	0	0	0.0±0.0
Gran (1/10-del)	0	6	0.2±1.1	0	10	4.2±3.4
Björk (1/10-del)	0	8	2.0±1.8	0	3	1.0±0.9
Annat löv (1/10-del)	0	8	2.7±1.9	0	0	0.0±0.0
Areal (ha)	0.5	29.7	5.7±7.8	0.5	22.2	3.4±4.5

Tolkningsdata hanterades i ArcView 3.1. Tolkade bestånd som understeg 0.5 ha sorterades bort. Den sammanfallande arealen av fält- och tolkningsdata beräknades i ArcView 3.1 med hjälp av kommandot 'intersect'.

## 2.6. Utvärdering

Verkliga och tolkade bestånd har delats in i missade, träffade, identifierade, avgränsade och övertolkade bestånd, som utvärderats var för sig. För varje klass ges den definition som använts i projektet. Utvärderingen har gjorts både över metod och över tolkare. Den träffade, identifierade och arealavgränsade arealen är den totala arealen av de fältbestånd som klassificerats som träffade, identifierade och avgränsade bestånd.

*Missade bestånd:* Fältbestånd som inte till någon del sammanföll med ett tolkat bestånd. Missad areal var summan av de missade fältbeståndens areal.

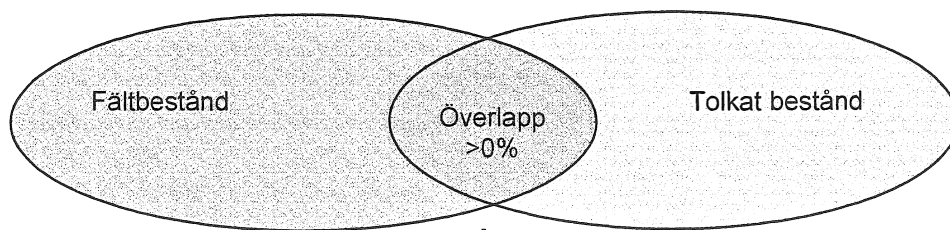
*Träffade bestånd:* Ett fältbestånd var träffat om det till någon del sammanföll med det tolkade beståndet (figur 1a). Om ett tolkat bestånd täckte fler än ett fältbestånd ansågs alla de fältbestånd som det tolkade området till någon del täckte som träffade. Om ett fältbestånd täcktes av flera tolkade bestånd räknades de tolkade bestånden som ett bestånd och den tolkade höjden var den aritmetiska medelhöjden av de tolkade bestånden. Träffad areal var summan av de träffade fältbeståndens areal.

*Identifierade bestånd:* Ett fältbestånd var korrekt identifierat om det till 50% eller mer sammanföll med det tolkade beståndet och det tolkade beståndet samtidigt sammanföll till 50% eller mer med fältbeståndet (figur 1b). Om ett tolkat bestånd täckte fler än ett fältbestånd ansågs alla de verkliga bestånd som det tolkade täckte till mer än 50% som korrekt identifierade under förutsättning att den överensstämmande arealen var minst 50% av den tolkade. Om ett verkligt bestånd täcktes av flera tolkade bestånd räknades de tolkade bestånden som ett bestånd och den sammanlagda överensstämmande arealen beräknades. Identifierad areal var summan av de identifierade fältbeståndens areal.

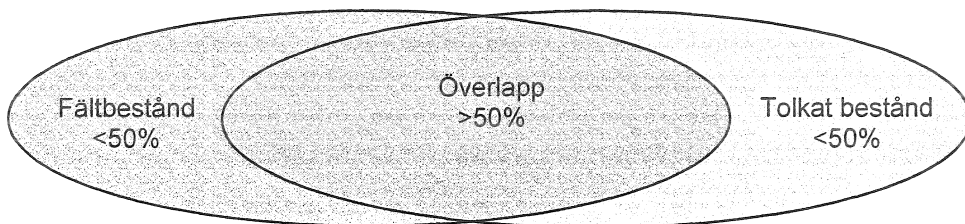
*Övertolkade bestånd:* Tolkade bestånd som inte till någon del sammanfaller med ett fältbestånd. Information fanns endast för fältbestånd mellan 0-1 m och 4-8 m i Östra Götaland och då i form av information i en GPS-punkt. För Västerbotten fanns ingen beståndsinformation om bestånden mellan 0-1 m och 4-8 m, utan endast en koordinat. De tolkade bestånd som inte till någon del sammanföll med ett fältbestånd har jämförts med de GPS-punkter som tagits i alla bestånd mellan 0-1 m och 4-8 m. De tolkade bestånd som inte inbegrep en GPS-punkt klassades som skogsmark högre än 8 m eller ett annat ägoslag än skogsmark. Övertolkad areal var summan av de övertolkade beståndens areal.

*Arealavgränsade bestånd:* Ett fältbestånd var korrekt avgränsat om det till 80% eller mer sammanföll med det tolkade beståndet och det tolkade beståndet samtidigt sammanföll till 80% eller mer med fältbeståndet (figur 1c). Om ett tolkat bestånd täckte fler än ett fältbestånd ansågs alla de verkliga bestånd som det tolkade täckte till mer än 80% som korrekt identifierade under förutsättning att den överensstämmande arealen var minst 80% av den tolkade. Om ett verkligt bestånd täcktes av flera tolkade bestånd räknades de tolkade bestånden som ett bestånd och den sammanlagda överensstämmande arealen beräknades. Arealavgränsad areal var summan av de arealavgränsade fältbeståndens areal.

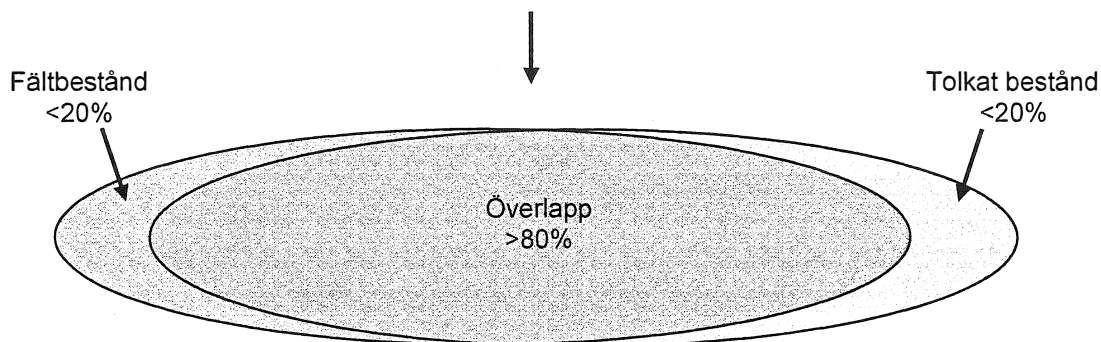
a)



b)



c)



**Figur 1.** Schematisk definition av träffade (a), identifierade (b) och avgränsade (c) bestånd.

## 2.7. Datahantering

Bearbetningen av det insamlade materialet har gjorts i ArcView 3.1 (ESRI 1998). Den beskrivande statistik som använts har tagits fram med hjälp av SPSS 10.0.7 (1999). Statistiska analyser mellan metoder och mellan tolkare, med avseende på överlappande, träffad, avgränsad och tolkad areal, har gjorts med variansanalys i Minitab 13.20 (2000). Utvärderingen av beståndsegenskaper inom en metod har gjorts med logistisk regression i SPSS (1999). Utvärdering av tolkningstiden mellan rutor har gjorts med Scheffés test i SPSS (1999). Sambandet mellan verklig och tolkad beståndshöjd har undersökts med Pearson korrelationskoefficient i SPSS (1999). Signifikansnivån är där annat inte anges  $p < 0.05$ .

### 3. Resultat

#### 3.1. Jämförelse mellan metoder

Det var stor spridning mellan olika metoder vad gäller överlappande areal (tabell 5). Metoder med stor överlappande areal hade också stor tolkad areal (tabell 5), observera att fältarealen var olika i Västerbotten och Östra Götaland. I Östra Götaland var det signifikant skillnad på överlappande areal mellan metoderna.

Det kunde inte påvisas någon signifikant skillnad mellan metoder med avseende på tolkad areal i något av försöksområdena. Den arealmässiga över- och underskattningen av fältbestånden beräknades från tabell 5. I Östra Götaland uppnåddes den minsta underskattningen, 36%, med metoden *Ortofoto+bakgrundsinformation*, medan i Västerbotten missade metoden *Ortofoto* 28% av ungsöksarealen. Med metoden *SPOT* i Östra Götaland och metoden *Ortofoto+SPOT* i Västerbotten överskattades ungsöksarealen med 49% respektive 47% av den tolkade arealen. Med andra ord låg nästan hälften av den tolkade arealen utanför de verkliga fältbestånden. Ingen jämförelse mellan metoder gjordes för tilläggsstudien i Östra Götaland.

I Västerbotten var metoderna *Ortofoto+SPOT*, *Ortofoto* och *Ortofoto+bakgrundsinformation* de som träffade störst andel av fältarealen, medan metoden *Ortofoto+Landsat* träffade minst andel av fältarealen (tabell 6). I Östra Götaland var det metoderna *Ortofoto+bakgrundsinformation*, *Flygbild+Landsat* och *SPOT+bakgrundsinformation* som gav högst andel träffad fältareal, medan metoden *Landsat* träffade minst andel av fältarealen (tabell 6). Endast i Östra Götaland var det signifikant skillnad mellan metoderna med avseende på areal av träffade fältbestånd. *Landsat* och *SPOT* gav den lägsta övertolkningen.

Arealen av fältbestånd som identifierades i Östra Götaland respektive Västerbotten låg mellan 3% och 77%. Metoderna skiljde sig signifikant i Västerbotten. Den bästa metoden i Östra Götaland var kombinationen *Flygbild+Landsat* med 67% av identifierade bestånd. I Västerbotten var identifieringen bäst (77%) med metoden *Ortofoto* (tabell 6). Arealen av fältbestånd som avgränsades i Östra Götaland respektive Västerbotten låg mellan 0% och 54%. Metoderna skiljde sig signifikant i Östra Götaland. Den bästa metoden i Östra Götaland var kombinationen *Flygbild+Landsat*. I Västerbotten var identifieringen bäst med metoden *Ortofoto* (tabell 6).

Andelen bestånd som övertolkades (tabell 7) var större än andelen övertolkad areal (tabell 6). Den träffade, identifierade och avgränsade andelen bestånd (tabell 7) var generellt sett något lägre än motsvarande andel areal av fältbestånden (tabell 6), detta i båda försöksområdena. Metoderna *Flygbild+ortofoto* och *Flygbild+Landsat* kan ej jämföras med de övriga metoderna, då tolkningsordningen av de metoderna inte var slumpmässig för alla tolkare.



**Tabell 5.** Överlappande och tolkad areal i hektar. Den totala fältarealen i AC respektive OG är 170.0 ha respektive 125.8 ha.

Metod	Överlappande areal (ha)		Tolkad areal (ha)	
	AC	OG	AC	OG
<i>SPOT + bakgrundsinfo</i>	36	67	128	168
<i>Landsat + bakgrundsinfo</i>	52	50	122	128
<i>SPOT</i>	63	63	226	123
<i>Landsat</i>	73	8	267	125
<i>Ortofoto + bakgrundsinfo</i>	100	81	241	168
<i>Ortofoto</i>	123	41	244	194
<i>Flygbild + Ortofoto</i>	85	22	250	178
<i>Flygbild + Landsat</i>	65	83	228	176
<i>Ortofoto + Landsat</i>	58	61	185	157
<i>Ortofoto + SPOT</i>	118	71	224	170

**Tabell 6.** Areal av träffade, identifierade och avgränsade fältbestånd, samt areal av övertolkade bestånd. Med areal av fältbestånd avses den totala arealen hos de träffade, identifierade, avgränsade respektive övertolkade bestånden. Procentsiffrorna i tabellen är andel av fältareal, därför är övertolkningen för någon metod över 100%.

Metod	Areal av träffade fältbestånd (%)		Areal av identifierade fältbestånd (%)		Areal av avgränsade fältbestånd (%)		Areal av övertolkade bestånd (%)	
	AC	OG	AC	OG	AC	OG	AC	OG
<i>SPOT + bakgrundsinfo</i>	49	71	23	50	6	40	26	62
<i>Landsat + bakgrundsinfo</i>	52	64	10	28	2	15	20	37
<i>SPOT</i>	62	66	17	44	6	17	71	31
<i>Landsat</i>	81	17	44	3	0	0	76	82
<i>Ortofoto + bakgrundsinfo</i>	87	82	52	57	48	50	54	52
<i>Ortofoto</i>	90	67	77	25	41	20	53	87
<i>Flygbild + Ortofoto</i>	62	33	50	17	24	10	85	109
<i>Flygbild + Landsat</i>	67	78	33	67	6	54	67	61
<i>Ortofoto + Landsat</i>	39	57	25	52	8	44	70	68
<i>Ortofoto + SPOT</i>	93	69	69	59	44	48	38	66

**Tabell 11.** Fördelning av övertolkade bestånd. Med kategorin 'övrigt' avses skog högre än 8 m eller något annat ägoslag än skogsmark.

Metod	AC				OG			
	0-1 m (%)	4-8 m (%)	övrigt (%)	Övertolkade bestånd (n)	0-1 m (%)	4-8 m (%)	övrigt (%)	Övertolkade bestånd (n)
<i>SPOT + bakgrundsinfo</i>	20.0	23.3	56.7	30	25.0	5.0	70.0	20
<i>Landsat + bakgrundsinfo</i>	16.7	13.3	70.0	30	11.5	3.8	84.6	26
<i>SPOT</i>	11.8	8.8	79.4	34	8.3	8.3	83.3	24
<i>Landsat</i>	36.7	6.7	56.7	30	7.5	0.0	92.5	40
<i>Ortofoto + bakgrundsinfo</i>	5.0	12.5	82.5	40	13.8	13.8	72.4	29
<i>Ortofoto</i>	13.3	13.3	73.3	45	11.9	19.0	69.0	42
<i>Flygbild + Ortofoto</i>	18.8	14.6	66.7	48	15.0	20.0	65.0	40
<i>Flygbild + Landsat</i>	6.5	12.9	80.6	31	25.0	4.2	70.8	24
<i>Ortofoto + Landsat</i>	8.6	11.4	80.0	35	13.3	16.7	70.0	30
<i>Ortofoto + SPOT</i>	3.0	12.1	84.8	33	16.2	18.9	64.9	37

För att undersöka om samma metoder var bäst när det var lika mycket fel att missa ett bestånd som att hitta ett bestånd för mycket – vilket var den instruktion tolkarna givits – och när det var allvarigare att missa ett bestånd än att hitta ett bestånd för mycket, subtraherades hela respektive halva den övertolkade arealen från den träffade arealen. När arealen av övertolkade bestånd subtraherades från arealen av träffade fältbestånd var *Ortofoto+SPOT* den metod som gav högst resultat i Västerbotten, den metoden träffade också högst andel av fältarealen (tabell 6). När samma subtraktion gjordes med halva den övertolkade arealen gav fortfarande *Ortofoto+SPOT* bäst resultat, skillnaden mot de näst bästa metoderna, *Ortofoto* och *Ortofoto+bakgrundsinformation* har dock minskat. I Östra Götaland gav metoderna *SPOT* och *Ortofoto+bakgrundsinformation* högst resultat oavsett om den övertolkade arealen viktades ned.

### 3.2. Jämförelse mellan tolkare

Det var stor variation mellan olika tolkare med avseende på träffad, identifierad, avgränsad och övertolkad areal (tabell 12). I Östra Götaland var det signifikant skillnad mellan tolkare med avseende på träffad och identifierad areal. I Västerbotten var det signifikant skillnad mellan tolkare endast med avseende på träffad areal. Arealen av fältbestånd som avgränsades i Östra Götaland respektive Västerbotten låg mellan 1% och 56% (tabell 12). Det fanns tolkare som oberoende av metod träffade, identifierade eller avgränsade bestånd med lika stor framgång som de bästa metoderna oberoende av tolkare (tabeller 6 och 12). Några tolkare hade nästan samma areal avgränsade fältbestånd som identifierade, medan andra tolkare uppvisar stor skillnad mellan avgränsad och identifierad areal. I tabell 13 ses samma mönster, undantaget är den högre andelen övertolkade bestånd som beror på avgränsning av ett stort antal små bestånd.



**Tabell 12.** Areal av träffade, identifierade och avgränsade fältbestånd, samt areal av övertolkade bestånd. Med areal av fältbestånd avses den totala arealen hos de träffade, identifierade avgränsade respektive övertolkade bestånden. Procentsiffrorna i tabellen är andel av fältareal, därför är övertolkningen för någon tolkare över 100%.

Tolkare	Areal av träffade fältbestånd (%)		Areal av identifierade fältbestånd (%)		Areal av avgränsade fältbestånd (%)		Areal av övertolkade bestånd (%)	
	AC	OG	AC	OG	AC	OG	AC	OG
tolkare 1, AC resp. OG	96	58	51	51	18	43	62	84
tolkare 2, AC resp. OG	86	46	63	26	23	24	34	26
tolkare 3, AC resp. OG	69	40	35	6	8	6	111	55
tolkare 4, AC resp. OG	94	54	65	43	36	26	69	49
tolkare 5, AC resp. OG	17	95	1	80	1	43	5	41
tolkare 6, AC resp. OG	68	85	58	71	22	56	48	72
tolkare 7, AC resp. OG	45	43	4	13	1	7	47	60
tolkare 8, AC resp. OG	65	82	27	48	26	41	69	44
tolkare 9, AC resp. OG	75	18	61	11	51	10	78	60
tolkare 10, AC resp. OG	68	86	33	54	0	42	39	164

**Tabell 13.** Andelen träffade, identifierade och avgränsade fältbestånd av totala antalet fältbestånd, samt andelen övertolkade bestånd.

Tolkare	Träffade bestånd (%)		Identifierade bestånd (%)		Avgränsade bestånd (%)		Övertolkade bestånd (%)	
	AC	OG	AC	OG	AC	OG	AC	OG
tolkare 1, AC resp. OG	79	51	24	30	7	22	79	84
tolkare 2, AC resp. OG	69	22	34	8	21	5	97	35
tolkare 3, AC resp. OG	69	38	14	5	10	5	110	151
tolkare 4, AC resp. OG	72	65	34	43	21	19	169	65
tolkare 5, AC resp. OG	10	84	3	54	3	19	59	68
tolkare 6, AC resp. OG	55	78	28	51	17	30	107	105
tolkare 7, AC resp. OG	55	30	14	11	3	3	145	62
tolkare 8, AC resp. OG	59	59	24	35	21	24	176	65
tolkare 9, AC resp. OG	59	24	21	8	21	5	97	86
tolkare 10, AC resp. OG	55	59	14	27	0	11	152	143

### 3.3. Beståndsegenskaper inom metoder

Beståndsegenskaperna areal, medelträdhöjd, medelålder och trädslagsfördelning hos träffade och identifierade bestånd i Västerbotten och Östra Götaland har undersökts med logistisk regression. Syftet var att jämföra beståndsegenskaperna hos träffade och identifierade bestånd med övriga fältbestånd. Den enda bestandsvariabel som hade betydelse för om ett bestånd träffades respektive identifierades eller ej var beståndets areal. I Östra Götaland och Västerbotten var medelarealen av de träffade bestånden 4.0 ha respektive 6.9 ha, medan de missade beståndens medelareal var 2.7 ha respektive 4.5 ha. Medelarealen av de identifierade bestånden i Östra Götaland och Västerbotten var 5.0 ha respektive 8.2 ha, medan de ej identifierade beståndens medelareal var 2.8 ha respektive 4.9 ha.

### 3.4. Tidsåtgång

Tolkningstiden varierade kraftigt inom varje metod mellan rutorna (tabell 14). Tolkningstiden för metoderna *Flygbild+Ortofoto* och *Flygbild+Landsat* skall ej jämföras med övriga metoder då alla tolkare på Skogsvårdsstyrelsen startade med tolkning av dessa metoder. Det var ingen signifikant skillnad mellan metoderna där endast bildskärmsdigitalisering användes i någondra försöksområde. Det var heller ingen signifikant skillnad mellan de båda flygbildsmetoderna i någondra försöksområde.

**Tabell 14.** Genomsnittlig tolkningstid i minuter per ÄBIN-Satellitruta för alla metoder.

	AC	OG
Metod	$\bar{x} \pm 1SD$	$\bar{x} \pm 1SD$
<i>SPOT + bakgrundsinfo</i>	13.1 ± 9.3	12.9 ± 8.6
<i>Landsat + bakgrundsinfo</i>	10.7 ± 5.5	15.8 ± 8.9
<i>SPOT</i>	8.8 ± 7.8	10.3 ± 6.6
<i>Landsat</i>	10.7 ± 7.0	11.1 ± 6.2
<i>Ortofoto + bakgrundsinfo</i>	12.2 ± 7.1	14.1 ± 6.1
<i>Ortofoto</i>	11.1 ± 7.1	15.0 ± 12.1
<i>Flygbild + Ortofoto</i>	22.5 ± 13.0	22.2 ± 15.1
<i>Flygbild + Landsat</i>	21.1 ± 14.6	26.1 ± 14.3
<i>Ortofoto + Landsat</i>	11.2 ± 8.3	13.4 ± 7.1
<i>Ortofoto + SPOT</i>	10.9 ± 6.9	14.8 ± 6.2

### 3.5. Höjdsamband

I tabell 15 ingår de identifierade bestånd där tolkaren angett en höjd. Det var endast för de identifierade och avgränsade bestånden tolkaren med säkerhet avsåg fältbeståndet när höjden skattades, därför var sambandet mellan verklig och tolkad höjd endast testad på dessa bestånd. Korrelationen har testats med Pearsons korrelationskoefficient. Något tydligt samband mellan verklig höjd och tolkad höjd fanns inte för de flesta metoder (tabell 15). I Västerbotten var metoden *SPOT+bakgrundsinformation* den enda metoden som ger signifikant korrelation. Slogs alla metoder samman erhöles även signifikant korrelation mellan verklig och tolkad höjd i Västerbotten.

**Tabell 15.** Korrelation mellan verklig höjd och tolkad höjd med Pearsons korrelationskoefficient. \*\*Korrelationen är signifikant på 0.01 nivån. \* Korrelationen är signifikant på 0.05 nivån.

	Korrelation		Tolkad medelhöjd (dm)		Verklig medelhöjd (dm)	
Metod	AC	OG	AC	OG	AC	OG
<i>SPOT + bakgrundsinfo</i>	0.911**	0.122	22.1	20.2	24.0	17.1
<i>Landsat + bakgrundsinfo</i>	0.065	-0.551	22.5	22.8	21.0	16.9
<i>SPOT</i>	-0.42	-0.16	31.8	18.8	19.7	21.1
<i>Landsat</i>	0.544	-1.00	21.3	30.0	21.8	14.0
<i>Ortofoto + bakgrundsinfo</i>	0.519	-0.285	21.3	16.0	23.6	18.2
<i>Ortofoto</i>	0.061	0.29	17.7	18.2	19.1	18.1
<i>Flygbild + Ortofoto</i>	0.287	0.023	16.4	18.4	19.0	15.0
<i>Flygbild + Landsat</i>	0.091	0.433	21.6	20.9	12.8	24.2
<i>Ortofoto + Landsat</i>	0.265	-0.28	25.7	15.6	16.3	21.1
<i>Ortofoto + SPOT</i>	0.299	0.354	16.7	19.8	22.0	22.6
Alla metoder	0.284*	0.04	20.4	19.3	20.3	19.7

## 4. Diskussion

### 4.1. Metoder

Tolkningsförsöket i Östra Götaland visade att analoga metoden *Flygbild+Landsat* hade den högsta överlappande arealen mellan fältbestånd och tolkade ytor (tabell 5). Eftersom tolkningsordningen inte var slumpmässig för metoderna med analoga flygbilder kan de metoderna inte statistiskt säkert jämföras med övriga metoder. Övertolkningen i Östra Götaland var lägst för metoden *SPOT* (tabeller 6 och 7). Den gick dock inte att signifikant skilja från *Landsat+bakgrundsinformation* och *Ortofoto+bakgrundsinformation*. Det var tydligt att bakgrundsinformation var en stor hjälp både för att hitta rätt bestånd och att undvika övertolkning. Den enda metod som utmärkt sig både vad gäller hög andel överensstämmande areal och liten övertolkad areal var *Ortofoto+bakgrundsinformation*.

I Västerbotten erhöles högst areal träffade fältbestånd med tre metoder som alla innehöll digitalt ortofoto. Metoderna *Ortofoto+SPOT*, *Ortofoto* och *Ortofoto+bakgrundsinformation* träffade mellan 87%-93% av arealen (tabell 6). En anledning till de högre värdena på just träffad areal i Västerbotten än i Östra Götaland är beståndens karaktär. Bestånden i Västerbotten är färre och större (tabell 4), vilket gör det lättare att träffa en större andel av både bestånden och arealen. Övertolkningen i Västerbotten var lägst för metoderna *Landsat+bakgrundsinformation* och *SPOT+bakgrundsinformation* (tabeller 6 och 7). Dessa metoder har även den klart minsta tolkade arealen (tabell 5).

Studien var för liten för att en metod kan anses vara den bästa, däremot kan skillnad ses mellan bättre och sämre metoder. I grundstudien var metoder med ortofoto som bildmaterial bättre än metoder med Landsat eller SPOT som bildmaterial. Således torde ortofoto och den bakgrundsinformation Skogsvårdsstyrelsen har tillgång till vara den bästa metoden i både Östra Götaland och Västerbotten om inte satellitbilderna optimeras.

Syftet med tilläggsförsöket var att undersöka om det med relativt enkla medel gick att förbättra satellitbildsmaterialet. Bäst var *SPOT+bakgrundsinformation* och *Landsat+bakgrundsinformation*, både vad gäller träff, identifiering och avgränsning. Övertolkningen i tilläggsstudien minskar när bakgrundsinformationen används (tabell 8). Resultaten förbättrades generellt i tilläggsstudien. Som tabell 8 visar, beror delar av förbättringen på det ökade tolkningsspannet, men även optimalt sträckt bilddata i flera varianter var en klar fördel gentemot att låta den enskilda tolkaren själv välja bandkombinationer och sträcka bilden. Det mest anmärkningsvärda var den låga övertolkningen av metoden *Landsat+bakgrundsinformation* (8%). Det skall inte dras några definitiva slutsatser av ett försök i denna storlek, men den ringa övertolkningen gav metoden *Landsat* en fördel gentemot *SPOT*. *Landsat* visade sig även mindre beroende av bakgrundsinformation (tabeller 8 och 9). En förklaring till det kan vara att Landsat-scenen kunde sträckas som synligt ljus (bandkombination 3 – 2 – 1), som tydligt visade på skillnad mellan kalmark och skogbeklädd mark.

### 4.2. Beståndsavgränsning

Det krävs en korrekt identifiering för att det skall gå att mäta hur väl avgränsningen är gjord eftersom endast bestånden mellan 1-4 m är avgränsade med GPS. Övriga ungskogsbestånd (0-1 m och 4-8 m) är endast registrerade i form av en GPS-punkt i beståndet. Detta medför ett tämligen litet underlag för att undersöka hur väl avgränsningen är med olika metoder. Därför kan inga definitiva slutsatser dras av jämförelsen i avgränsningsförmåga mellan de olika metoderna.

Resultaten skall mer ses som en undersökning om det är möjligt att arealavgränsa bestånd med en viss metod. Det kan tyckas lämpligare att redovisa andel avgränsad areal av identifierad areal, men en metods avgränsningsförmåga var endast intressant om metoden hade en hög andel identifierad areal. Av denna anledning redovisas andel avgränsad areal av total fältareal (tabeller 6 och 8). För ett mindre bestånd krävs en i absoluta tal liten över- eller undertolkning för att överstiga de 20% som är gränsen för avgränsning. Då fältarealen av de avgränsade bestånden aldrig översteg 54% (tabeller 6 och 8) kan inte någon metod anses kunna åstadkomma en tillfredsställande arealavgränsning.

#### **4.3. Felkällor**

De båda försökslokalerna representerar olika geografiska områden. Det är inte säkert att samma resultat erhållits på andra platser i Sverige. Det var stor varians mellan olika rutor i respektive område. Ett större antal rutor hade minskat denna varians och därmed gjort det lättare att påvisa skillnader mellan metoder. De valda områdena kan inte anses representativa för riket i övrigt. Speciellt gäller detta för området utanför Västervik med dess sprickdalar, vilket inte återfinns någon annanstans i Sverige.

Fältdatat samlades in på fältblanketter som sedan överfördes till en databas. Vid stora datamängder, som det var i försöket, är risken för skrivfel stor. Rena mätfel i fält kan heller inte uteslutas, men att någon av dessa felkällor påverkade resultatet förefaller inte troligt då siffrorna kontrollerades manuellt för att orimligheter skulle undvikas. En annan felkälla var GPS-avgränsningen av fältbestånden på grund av att: a) GPS-mottagaren visade fel med cirka  $\pm 5$  meter, b) förrättningsmannen har inte alltid gått exakt i beståndskanten.

#### **4.4. Tolkning av beståndshöjd**

Generellt var det svårt för tolkaren att skatta beståndshöjden. Det har inte hittats något generellt samband mellan verklig och tolkad höjd av bestånden i höjdintervallet 1-4 m (tabell 15). Förutom en tolkning av beståndshöjden i bilden måste en skattning av höjdutvecklingen fram till tolkningstillfället göras på grund av bildmaterialets ålder. En viss övertolkning bör därför göras för att hitta de bestånd som är i höjdintervallets utkanter. Detta utnyttjades i tilläggsstudien och helt naturligt hittades en högre andel av fältarealen än om tolkaren enbart hade avgränsat bestånd som ansågs vara mellan 1-4 m. Även övertolkningen ökade när tolkningsspannet vidgades, vilket får anses som helt förklarligt.

Förvånande nog var det inte någon påtaglig fördel med stereobetraktning för att skatta höjden. Orsakerna till det stod troligtvis att finna i utrustningen. Spegelstereoskop med begränsad optisk förmåga och flygbilder i skalan 1:30 000 gjorde det svårt för tolkaren att skatta någon höjd. Dessutom var flygbilderna mellan två och åtta år gamla, vilket medförde att höjdutvecklingen fram till tolkningstillfället var svår att skatta.

#### **4.5. Skillnader mellan tolkare**

Försöket visade på stora skillnader mellan tolkarna. I alla tre delstudierna fanns det tolkare som oberoende av metod lyckades lika väl med tolkningen som den bästa metoden oavsett tolkare. Enkäten där tolkarens erfarenhet av olika bildmaterial och programvaror beskrevs, kunde bara delvis förklara denna variation. Det tycks vara minst lika viktigt att använda sig av duktiga tolkare som det bästa bildmaterialet. Ingen tolkare arbetade dagligen med bildskärmstolkning. Tolkarna på Skogsvårdsstyrelsen var distriktspersonal från de båda försöksområdena. Tolkarna från SLU hade varierande erfarenhet av ArcView, men generellt stor dator- och satellitbildsvana. Det faktum att tolkningen har skett utöver den dagliga sysselsättningen har medfört att arbetet med ÄBIN-satellit kan ha skett under tidspress, vilket kan ha inverkat på tolkningsresultatet. Alla

tolkare var inte lika noggranna vid bildtolkningen. Noggrannheten skiljde sig åt både med avseende på identifiering och avgränsning av bestånden (tabell 13). Tolkarna från Skogsvårdsstyrelsen var till stor del insatta i ÄBIN och kände till dess syfte, medan tolkarna från SLU var en mer heterogen grupp. Det hade troligtvis varit bättre med tolkare enbart från Skogsvårdsstyrelsen för att få en mer homogen grupp av tolkare och därmed minska variationen mellan tolkare. Avgränsningens noggrannhet kan undersökas genom att jämföra antalet hörn på de avgränsade bestånden. Tre eller fyra hörn vittnar om en ganska slarvig avgränsning, medan en stor mängd hörn skulle tyda på att tolkaren försökt att följa beståndsgränsen. Ett något bättre sätt att undersöka noggrannheten hos den enskilde tolkaren var att jämföra den avgränsade arealen med den (tabell 12) identifierade, där en liten skillnad tyder på stor noggrannhet.

I denna studie hade tolkarna inte fått någon fältkalibrering och endast tolkarna i ÄBIN-satellit II hade tillgång till kalibreringsrutor. Då tilläggsstudien visade en klar förbättring gentemot första studien i Östra Götaland, bör en optimering av tolkningsdata kombinerad med en tolkningsintroduktion och referensytor för de som skall identifiera och avgränsa ungskogsbestånd i ÄBIN höja lägstanivån på tolkningsresultatet.

#### 4.6. Tidsåtgång

Metoderna med analoga flygbilder tar längst tid vilket delvis beror på att tolkaren växlade mellan tolkning i spegelstereoskop och bildskärmstolkning. Den största anledningen till dessa metoders längre tolkningstid är dock att tolkarna från Skogsvårdsstyrelsen av praktiska skäl började med att tolka i spegelstereoskop. Utvärdering av tolkarna har generellt visat att de först tolkade metoderna tog något längre tid. Variationen är betydligt större inom olika metoder än den genomsnittliga variationen mellan metoder (tabell 14). Det fanns ingen signifikant skillnad mellan de åtta metoder utan analoga flygbilder i Östra Götaland eller Västerbotten. Det fanns heller ingen skillnad mellan de båda flygbildsmetoderna i Östra Götaland eller Västerbotten. Det medför att tolkningstiden är av försumbar betydelse vid val av metod för urval och identifiering av ungskogsbestånd i höjdintervallet 1-4 m.

#### 4.7. Metodernas praktiska användbarhet

Det är mycket viktigt att samtliga intressanta bestånd inom rutan identifieras (Holm 2001b). För urval av bestånd är avgränsningen inte lika viktig, men eftersom ÄBIN är en provyteinventering krävs en relativt god skattning av arealen för att kunna bestämma provyteförbandet. Därför skall en metod som har god förmåga att identifiera bestånd väljas. Metodens benägenhet att överidentifiera är mindre viktig. I Västerbotten är det samma tre metoder som är bäst vare sig hänsyn tas till övertolkad areal eller om endast träffad areal mäts. Av de metoder som träffade högst andel av arealen i Östra Götaland var metoden *SPOT+bakgrundsinformation* den som gav lägsta antal övertolkade bestånd, men *SPOT* och *Ortofoto+bakgrundsinformation* var bäst om hänsyn togs till den övertolkade arealen. Beroende på om antalet övertolkade bestånd eller övertolkad areal är viktigast var kunde olika metoder vara mest lämpliga. För överidentifieringen hos olika metoder torde antalet överidentifierade bestånd vara intressantare än den överidentifierade arealen, då det är lika tidsödande att besöka små som stora bestånd vilka ej uppfyller urvalskriterierna i ÄBIN.

Syftet med studien var att undersöka om någon metod är tillräckligt bra för att kunna användas i ÄBIN-inventeringen i framtiden. Ortofoto tillsammans med optimalt sträckt satellitdata visade sig ge bästa stöd för urval och identifiering av bestånd 1-4 m. Den allvarligaste invändningen var den relativt stora övertolkningen för de flesta metoder. Undantaget är metoden *Landsat+bakgrundsinformation* som i tilläggsstudien endast gav en övertolkning på 8%. Eftersom den största delen av både övertolkad areal och övertolkade bestånd återfanns i

kategorin 'övrigt' (tabeller 10 och 11), där ingen fältinformation fanns tillgängligt, var det inte meningsfullt att utvärdera egenskaper hos den övertolkade arealen. Då cirka 70% av den övertolkade arealen, sett över samtliga metoder, antingen var skog högre än 8 m eller något annat ägoslag än skogsmark, bör stora delar av övertolkningen kunna sorteras bort med en skogsmask kombinerad med vegetationsklassning (Nilsson 1997), som sorterar ut äldre skog. Avgränsningen var för dålig med samtliga metoder för att kunna användas utan kompletterandefältinformation.

## 5. Slutsatser

I ÄBIN-satellit gav generellt metoden *Ortofoto+bakgrundsinformation* de bästa resultaten med avseende på fältareal som träffades, identifierades och avgränsades, men optimerad satellitdata tillsammans med bakgrundsinformation gav likvärdiga resultat i Östra Götaland. Det går att hitta en stor andel av fältarealen ungskogsbestånd i intervallet 1-4 m, ingen metod klarade däremot att avgränsa bestånden med tillräcklig noggrannhet så att en utläggning av provytor utan föregående fältbesök blir möjligt.

Tilläggsstudien visade att optimerad satellitdata i färg inte är sämre än ortofoto i svartvitt för manuellt urval och identifiering av ungskog. Satellitdata ger dessutom möjligheter till automatiska segmenteringar. Om Landsat- eller SPOT-scener används är av mindre betydelse; det är viktigare att använda sig av en effektiv skogsmask för att minska den tolkningsbara arealen och därmed spara tid åt tolkaren och minska den övertolkade arealen.

Det var svårt att uppskatta höjden varför en viss överidentifiering borde göras för att få med bestånden i höjdintervallets utkanter. Enskilda tolkare har oavsett metod nått resultat som var i nivå med den bästa metoden, vilket innebär att tolkaren är en betydande felkälla. Utbildning av tolkarna i ÄBIN borde således höja lägstanivån på resultatet. Det var tämligen liten skillnad i tidsåtgång för de olika metoderna, därför behöver ingen hänsyn tas till tidsåtgången vid val av metod. ÄBIN-satellit II visade att SPOT- och Landsat-scener har tillräcklig rumslig upplösning för att identifiera bestånd.

Det vore lämpligt att utarbeta en effektiv skogsmask för att minska den tolkningsbara arealen. När det finns satellitbilder från olika år över samma område vore det intressant att undersöka möjligheterna att med förändringsanalys hitta kalhyggen och ungskog, då tidigare studier (Olsson 1994) har visat att förnygringsavverkningar kan återfinnas med hög precision. Manuell tolkning kan i sinom tid ersättas med andra metoder för urval av ungskogsbestånd. Redan idag har Skogsvårdsstyrelsen tillgång till avverkningsanmälningar i form av digitaliserade polygoner. I framtiden kommer dessa ha en sådan tillförlitlighet att endast en sökning på beståndsålder behöver göras.

Vilken metod som skall rekommenderas beror förutom metodens förmåga att identifiera och avgränsa ungskogsbestånd i intervallet 1-4 m även av tillgängligheten på bildmaterial och kostnaden för detsamma. Idag har Skogsvårdsorganisationen rikstäckande SPOT-data från 1999 och Landsat-data från 2000 och 2001. Digitala ortofoton finns hos vissa Skogsvårdsstyrelser, i huvudsak södra Sverige. Detta påverkar givetvis valet av tolkningsmetod för ÄBIN, då införskaffandet av rikstäckande bilddata är en stor kostnad oavsett bildmaterial. Eftersom skillnaderna mellan metoder var mindre än skillnaderna mellan tolkare, vore det lämpligare att ge tolkarna mer utbildning och träning på det bildmaterial som finns tillgängligt än att införskaffa nytt bildmaterial. Det är viktigt att till fullo utnyttja det bildmaterial som finns till hands, med olika bandkombinationer, bildsträckningar, bakgrundsinformation och förändringsanalyser. Dessutom var bra bildmaterial nästintill värdelöst med en oerfaren användare samtidigt som en erfaren användare kan utnyttja nästan vilket bildmaterial som helst.

## 6. Referenser

- Bluman, A. G. 1998. Elementary Statistics A Step by Step Approach. WCB McGraw-Hill, USA.
- Enander, K-G & Minell, H. 1993. Flygbildsteknik och Fjärranalys. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- ESRI, 1998. ArcView 3.1. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, CA.
- Hagner, O. 1997. Satellitfjärranalys för skogsföretag. Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, arbetsrapport 28. SLU Umeå.
- Holm, S. 2001a. Fältinstruktion för älgbetesinventering (ÄBIN).  
<http://www.svo.se/fakta/invent/algbete/blanketter/ÄBIN-Fältinstruktion2001A.doc>
- Holm, S. 2001b. Instruktioner för urvalet i ÄBIN.  
<http://www.svo.se/fakta/invent/algbete/blanketter/ÄBINurval01.doc>
- Holm, S. 2000. Variansanalys och litet försöksplanering för skogsvetare. Undervisnings-kompendium, institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, SLU Umeå.
- Minitab Inc. 2000. Minitab 13.20. 3081 Enterprise Drive State College, PA 16801-3008. USA.
- Nationalencyklopedin. 1996. Bokförlaget Bra Böcker AB. Höganäs
- Nilsson, M. 1997. Estimation of forest variables using satellite image data and airborne Lidar. Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Science, Umeå, Sweden.
- Olsson, H. 1994. Monitoring of local reflectance changes in boreal forests using satellite data. Doctoral dissertation. Dept. of Biometry and Forest Management. Swedish University of Agricultural Sciences.
- SPSS Inc. 1999. SPSS 10.0.7. Statistical package for the social sciences. 233 S. Wacker Drive, 11th floor Chicago, Illinois 60606. USA.
- Willén, E och Gustafsson, L-E. 2000. Satellitdata för samhällsplanering – en översikt. G-PUBL-13 Satellus.



## **7. Bilagor**

Teckenförklaring (bilaga 1) och tolkningsinstruktion (bilaga 2) som alla tolkare i ÄBIN-satellit och ÄBIN-satellit II hade tillgång till under tolkningen. Teckenförklaringen gav information om de teman som fanns i tolkarens ArcView-projekt. Tolkningsinstruktionen gav en utförlig beskrivning av uppgiften och arbetsgången vid tolkningen.

## Bilaga 1: Teckenförklaring

<b>ÖSI</b>	ÖSI(Översiktlig SkogsInventering)-information. Fanns endast över Västerbotten
<b>Nya_avv</b>	Digitaliserade kalhyggen (nya).
<b>Gamla_avv</b>	Punkt på ett hygge (gamla).
	Attributen i shapefilerna för polyog.shp och pointog.shp har följande betydelse:
Lan	Länsnummer
Distr	SVS distriktsnummer inom den aktuella regionen
Hygginit	Initieringsgrund där: 1 Anmälan om föryngringsavverkning 2 Ansökan i svårföryngrad skog eller skyddsskog 3 Ansökan i ädellövsskog 4 Anmälan om uttag av skogsbränsle 5 Övrigt 6 Anmälan om utländska trädslag 7 Anmälan om skyddsdikning 8 Ansökan - avverkning för annat ändamål 9 Anmälan - avverkning för annat ändamål
Hyggar	Det år anmälan har gjorts
Hyggnr	Löpnummer
Hyggsvans	Tillägg till löpnumret
Datny	Datum för anmälan
Haanm	Areal anmält (ha)
Datavv	Datum för avverkan
Fastkoppl	Koppling till fastighet
Kartid1	Id1 för det aktuella hygget (baserat på x- och y-koordinat)
Kartid2	Id2 för det aktuella hygget (baserat diverse andra uppgifter)
<b>Poly_facit_r1.shp</b>	GPS-avgränsade bestånd, är mellan 1-4 meter. Temat finns endast i de fyra facitrutorna.
<b>Punkt_facit_r1.shp</b>	GPS-punkt för bestånd mellan 0-1meter och 4-8 meter. Temat finns endast i de fyra facitrutorna.
<b>Ruta1.shp</b>	Rutan inom vilken tolkning skall ske.
<b>Ekokarta</b>	Ekonomiska kartan förutom text- och mark och vattenytor-skikten. Levererad 1997-1998.
<b>Marktyp</b>	Mark- och vattenytor (MVY). Levererad 1997-1998. Fanns ej över Västerbotten
<b>LANDSAT_TM_2000</b>	Västerbotten: Landsat ETM+ 2000-07-29. Bandinställning 3 – 2 – 1.

Östra Götaland: Landsat ETM+ 1999-07-11. Bandinställning 3 – 2 – 1.

**SPOT\_XS\_1999**

Västerbotten: SPOT HRVIR. Ruta 5 är från 1999-09-05. Ruta 1, 3, 4, 7, 10, 12, 16 och 18 är från 1999-06-13. resterande rutor är från 1999-06-12. Bandinställning 3 – 4 – 2.

Östra Götaland: SPOT HRVIR (1999-07-11). Bandinställning 3 – 4 – 2.

**Ortofoto**

Västerbotten: Ortofoto baserat på senaste överflygningen. Ruta 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 16, 18 och 19 är från 1998 och på 4600 m flyghöjd. Ruta 8, 14, 15, 17 och 20 är från 1999 och på 4600 m flyghöjd. Ruta 13 är från 1999 och på 9200 m flyghöjd. Östra Götaland: Ortofoto baserat på senaste överflygningen. Ruta 1, 3, 5 och 9 är från 1996, 4600m flyghöjd. Resterande rutor är från 1999, 4600m flyghöjd.

Nedanstående användes endast i tilläggsstudien

**Landsat7\_SWIR**

Landsat ETM+ (1999-07-11). Bilden är sträckt på avdelningen för fjärranalys, SLU Umeå. Den har bra kontraster mellan barrträdsarter, det är dock svårt att skilja på löv och gräs. Bilden ger ingen reflektion i vatten. Bandinställning 4 – 5 – 7.

**Landsat7\_NIR**

Landsat ETM+ (1999-07-11). Bilden är sträckt på avdelningen för fjärranalys, SLU Umeå. Bilden visar tydligt inslag av löv, även vägar syns tydligt. Bandinställning 4 – 3 – 2.

**Landsat7\_VIS**

Landsat ETM+ (1999-07-11). Bilden är sträckt på avdelningen för fjärranalys, SLU Umeå. Bilden visar det synliga ljuset. Tydlig skillnad mellan skogbevuxen och kal mark. Bandinställning 3 – 2 – 1.

**Spot4\_SWIR**

SPOT HRVIR (1999-07-11). Bilden är sträckt på avdelningen för fjärranalys, SLU Umeå. Den har bra kontraster mellan barrträdsarter, det är dock svårt att skilja på löv och gräs. Bandinställning 3 – 4 – 2.

**Spot4\_NIR**

SPOT HRVIR (1999-07-11). Bilden är sträckt på avdelningen för fjärranalys, SLU Umeå. Bilden visar tydligt inslag av löv, även vägar syns tydligt. Bandinställning 3 – 2 – 1.

**Ekvidistans\_5m.shp**

Lantmäteriets höjdkurvor med ekvidistansen 5 meter.

**Övrig mark**

Identisk med marktyp förutom att mark där ungskog kan förekomma gjorts transparent (färgnivå 20-21, 58-62 och 64-65).


## Bilaga 2: Tolkningsinstruktion


*Tolkningsförsöket innebär att alla bestånd större än 0,5 ha där den aritmetiska medelhöjden är 1-4 meter (0-6 meter) skall identifieras, arealavgränsas och höjdbedömas. Avgränsningarna skall sedan jämföras på SLU med mätningar som gjorts i fält med GPS.*

*Förfarandet vid ÄBIN har ansetts vara för tids- och kostnadskrävande. Idag identifieras samtliga bestånd som kan vara intressanta inom rutan, dessa ritas in på en karta. De identifierade rutorna besöks i fält för att uttröna om de är användbara som ÄBIN-rutor.*

*Projektets mål är att förenkla urvalsförfarandet och arealavgränsningen av ungskogsbestånd inom den enkla älgbetesinventeringen (ÄBIN).*

1. Varje tolkare erhåller en cd-romskiva med ett ArcView-projekt och den information som behövs för tolkningen. Materialet på cd-skivan är packat (zip-format) och måste därför packas upp på en lämplig plats på den egna hårddisken. Platsbehovet är ca 1 Gb.
2. Projektet öppnas i ArcView. Varje projekt innehåller 20 st vyer numrerade från ruta1 till ruta20. En vy innehåller en Äbin-satellitruta och den tilläggsinformation som får användas för tolkningen av just den rutan. Av statistiska skäl är det viktigt att rutorna tolkas i den ordning som framgår av medföljande tolkningsordning och inte i den ordning som de numrerats i ArcView. För tilläggsstudien gäller även följande: Fyra av dessa rutor (1, 3, 4 och 10) är kalibreringsrutor som innehåller information om alla bestånd mellan 0-8 meter i rutan. Bestånd mellan 1-4 meter är dessutom avgränsade i fält med GPS. Informationen om dessa rutor skall ses som sanningen. Det är mycket viktigt att tolkaren utnyttjar dessa facitrutor under hela tolkningen för att nå ett så bra resultat som möjligt. Tolkare bör ha facitrutornas vyer öppna hela tiden under arbetet så att jämförelser av färgnyanser med den ruta som tolkas kan göras.
3. Målsättningen med tolkningen är att förenkla urvalsförfarandet och arealavgränsningen av ungskogsbestånd inom den enkla älgbetesinventeringen (ÄBIN). Därför skall tolkaren identifiera de bestånd han tror tillhör populationen, med andra ord: Det är lika mycket "fel" att hitta för många bestånd som för få.
4. Inom rutan skall all produktiv skogsmark där den aritmetiska medelhöjden hos huvudstammarna är mellan 1-4 meter (0-6 meter) identifieras och avgränsas. För dessa bestånd bedöms medelhöjden i decimeter och noteras i tabellen tillhörande den aktuella rutan. Detta gäller även frö- och skärmträdställningar där underbeståndets höjd skall bedömas. Avgränsningen sker i form av skärmdigitalisering och skall resultera i en polygon för varje identifierat bestånd med en medelhöjd mellan 1-4 meter (0-6 meter). Även om det är omöjligt att höjdbestämma ett bestånd med decimeternoggrannhet är det viktigt att tolkaren försöker komma så nära som möjligt.
5. Arbetsgång:  
Öppna de fyra vyer med facitrutor och vyn innehållandes den rutan som skall tolkas. Ha den för tolkning aktuella vyn aktiv, gå till View i huvudmenyn, välj New Theme och formatet polygon. Polygotemat skall namnges med länskod, tolkarens nummer och rutans nummer (tex. 'OG\_T01R01.shp' för tolkare 1, ruta 1 i kalmar) och sparas på ett lämpligt ställe. Det nya temat läggs in i vyn och är automatiskt i editeringsläge. Ha det nya temat aktivt och i editeringsläge och klicka på Draw Polygon . Digitalisera polygonen. När en polygon skall avslutas sker det genom att dubbelklicka med musen.  
Om det av någon anledning blir fel på digitaliseringen, ändra till pilmarkören , markera objektet och tryck på delete så försvinner polygonen. Därefter är det bara att digitalisera nästa bestånd i rutan. När alla bestånd mellan 0-6 meter i rutan är avgränsade/digitaliserade, gå till Theme i huvudmenyn klicka på Stop Editing och välj

Save Edits. Notera att alla beståndspolygoner i en ruta sparas i samma tema. Öppna nu tabellen till det nyss konstruerade polygontemat genom att klicka på tableknappen .

När tabellen är aktiv välj Start Editing under Table i huvudmenyn. Under Edit i huvudmenyn väljs Add field. Ge det nya fältet namnet dm, i övrigt skall grundinställningarna behållas. Genom att markera en rad i tabellen gulfärgas den polygonen (beståndet) i vyn, på så sätt ges rätt höjd till rätt bestånd. Klicka på editknappen  och skriv in höjden i decimeter på de tolkade bestånden. När det är färdigt avsluta editeringsläget och spara editeringarna. Det som skall sändas in är shapefilen som du nu gjort. Det är viktigt att filen namnges på rätt sätt så vi vet vem som gjort den och vilken ÄBIN-satellitruta det handlar om. Observera att ett tema i shape-format alltid består av tre filer med namnen \*.shp, \*.dbf och \*.shx. Dessa filer sänds med e-post som bifogade filer till: [e98bod@nana.slu.se](mailto:e98bod@nana.slu.se)

6. Även om det är uppenbart att beståndet fortsätter utanför rutan skall endast den del som är innanför rutan avgränsas.
7. Tolkaren skall endast använda sig av de teman som finns i den vy han för tillfället skall tolka. Observera att inte alla teman i vyn måste innehålla information för rutan, dvs. även om t.ex. ett tema 'Gåmla\_avv' kan finnas i vyn, kan det hända att ingen information är registrerad för rutan som skall tolkas och temat 'verkar' vara tomt.
8. Satellitbilderna är uppbyggda av olika 'band', som beskriver olika ljusvåglängder/färger. Varje satellitbild har en grundinställning som ger bästa tänkbara kontrast. Information om grundinställningen för respektive satellitscen finns under teckenförklaringen. Dessa grundinställningar är anpassade för att maximera informationsinnehållet i bilden (endast för tilläggsstudien) och är producerade av ytterst kunnig personal på SLU. Man kan dock genom att dubbelklicka på temat i legenden ändra bildens sträckning. Klicka på Linear i det öppnade fönstret. Nu erhålls ett nytt fönster med tre kvadrater innehållande en färgad linje som var och en motsvarar ett band. Genom att dra i linjerna med musen ändras bildens sträckning.
9. Utvärderingen (se separat papper) skall fyllas i efter varje tolkad ruta. Utvärderingen skickas till: Jonas Bodenheim  
Språkgränd 32 3tr  
907 33 Umeå
10. Det är inte säkert att det finns bestånd som skall identifieras & avgränsas i alla rutor.

- Observera separat papper (Teckenförklaring) med förklaring på de olika teman som kommer att användas i ArcView.
- Fyll även i bifogad enkät sist i foldern.
- Uppstår det problem under tolkningsarbetet, går det bra att kontakta Jonas B.

Jonas Bodenheim      Språkgränd 32 3tr  
907 33 Umeå  
090-199779, 070-3461936  
[e98bod@nana.slu.se](mailto:e98bod@nana.slu.se)

Serien Arbetsrapporter utges i första hand för institutionens eget behov av viss dokumentation. Rapporterna är indelade i följande grupper: Riksskogstaxeringen, Planering och inventering, Biometri, Fjärranalys, Kompendier och undervisningsmaterial, Examensarbeten samt internationellt. Författarna svarar själva för rapporternas vetenskapliga innehåll.

---

### **Riksskogstaxeringen:**

- 1995    1    Kempe, G. Hjälpmedel för bestämning av slutenhet i plant- och ungskog. ISRN SLU-SRG-AR--1--SE
- 2    Riksskogstaxeringen och Ståndortskarteringen vid regional miljöövervakning. - metoder för att förbättra upplösningen vid inventering i skogliga avrinningsområden. ISRN SLU-SRG-AR--2--SE.
- 1997   23   Lundström, A., Nilsson, P. & Ståhl, G. Certifieringens konsekvenser för möjliga uttag av industri- och energived. - En pilotstudie. ISRN SLU-SRG-AR--23--SE.
- 24   Fridman, J. & Walheim, M. Död ved i Sverige. - Statistik från Riksskogstaxeringen. ISRN SLU-SRG-AR--24--SE.
- 1998   30   Fridman, J. & Kihlblom, D. & Söderberg, U. Förslag till miljöindexsystem för naturtypen skog. ISRN SLU-SRG-AR--30--SE.
- 34   Löfgren, P. Skogsmark, samt träd- och buskmark inom fjällområdet. En skattning av arealer enligt internationella ägoslagsdefinitioner. ISRN SLU-SRG-AR--34--SE.
- 37   Odell, G. & Ståhl, G. Vegetationsförändringar i svensk skogsmark mellan 1980- och 90-talet. -En studie grundad på Ståndortskarteringen. ISRN SLU-SRG-AR--37--SE.
- 38   Lind, T. Quantifying the area of edge zones in Swedish forest to assess the impact of nature conservation on timber yields. ISRN SLU-SRG-AR--38--SE.
- 1999   50   Ståhl, G., Walheim, M. & Löfgren, P. Fjällinventering. - En utredning av innehåll och design. ISRN SLU-SRG--AR--50--SE.
- 52   Riksskogstaxeringen inför 2000-talet. - Utredningar avseende innehåll och omfattning i en framtida Riksskogstaxering. Redaktörer: Jonas Fridman & Göran Ståhl. ISRN SLU-SRG-AR--52--SE.
- 54   Fridman, J. m.fl. Sveriges skogsmarksarealer enligt internationella ägoslagsdefinitioner. ISRN SLU-SRG-AR--54--SE.
- 56   Nilsson, P. & Gustafsson, K. Skogsskötseln vid 90-talets mitt - läge och trender. ISRN SLU-SRG-AR--56--SE.
- 57   Nilsson, P. & Söderberg, U. Trender i svensk skogsskötsel - en intervjuundersökning. ISRN SLU-SRG-AR--57--SE.

- 1999 61 Broman, N & Christoffersson, J. Mätfel i provträdsvariabler och dess inverkan på precision och noggrannhet i volymskattningar. ISRN SLU-SRG-AR--61--SE.
- 2000 65 Hallsby, G m.fl. Metodik för skattning av lokala skogsbränsleresurser. ISRN SLU-SRG-AR--65--SE.
- 75 von Segebaden, G. Komplement till "RIKSTAXEN 75 ÅR". ISRN SLU-SRG-AR--75--SE.
- 2001 86 Kolinnehåll i skog och mark i Sverige -Baserat på Riksskogstaxeringens data. ISRN SLU-SRG-AR--86--SE.

### **Planering och inventering:**

- 1995 3 Holmgren, P. & Thuresson, T. Skoglig planering på amerikanska västkusten - intryck från en studieresa till Oregon, Washington och British Columbia 1-14 augusti 1995. ISRN SLU-SRG-AR--3--SE.
- 4 Ståhl, G. The Transect Relascope - An Instrument for the Quantification of Coarse Woody Debris. ISRN SLU-SRG-AR--4--SE
- 1996 15 van Kerkvoorde, M. A sequential approach in mathematical programming to include spatial aspects of biodiversity in long range forest management planning. ISRN SLU-SRG-AR--15--SE.
- 1997 18 Christoffersson, P. & Jonsson, P. Avdelningsfri inventering - tillvägagångssätt och tidsåtgång. ISRN SLU-SRG-AR--18--SE.
- 19 Ståhl, G., Ringvall, A. & Lämås, T. Guided transect sampling - An outline of the principle. ISRN SLU-SRGL-AR--19--SE.
- 25 Lämås, T. & Ståhl, G. Skattning av tillstånd och förändringar genom inventerings-simulering - En handledning till programpaketet "NVSIM". ISRN SLU-SRG-AR--25--SE.
- 26 Lämås, T. & Ståhl, G. Om dektering av förändringar av populationer i begränsade områden. ISRN SLU-SRG-AR--26--SE.
- 1999 59 Petersson, H. Biomassafunktioner för trädfraktioner av tall, gran och björk i Sverige. ISRN SLU-SRG-AR--59--SE.
- 63 Fridman, J., Löfstrand, R. & Roos, S. Stickprovsvis landskapsövervakning - En förstudie. ISRN SLU-SRG-AR--63--SE.
- 2000 68 Nyström, K. Funktioner för att skatta höjdtillväxten i ungskog. ISRN SLU-SRG-AR--68--SE.
- 70 Walheim, M. & Löfgren, P. Metodutveckling för vegetationsövervakning i fjällen. ISRN SLU-SRG-AR--70--SE.

73 Holm, S. & Lundström, A. Åtgärdsprioriteter. ISRN SLU-SRG-AR--73--SE.

76 Fridman, J. & Ståhl, G. Funktioner för naturlig avgång i svensk skog. ISRN SLU-SRG-AR--76--SE.

2001 82 Holmström, H. Averaging Absolute GPS Positionings Made Underneath Different Forest Canopies - A Splendid Example of Bad Timing in Research. ISRN-SRG-AR--82--SE.

2002 91 Wilhelmsson, E. Forest use and its economic value for inhabitants of Skrävlinge and Hakkas in Norrbotten. ISRN SLU-SRG-AR--91--SE.

#### **Biometri:**

1997 22 Ali, Abdul Aziz. Describing Tree Size Diversity. ISRN SLU-SRG-AR--22--SE.

1999 64 Berhe, L. Spatial continuity in tree diameter distribution. ISRN SLU-SRG-AR--64--SE

2001 88 Ekström, M. Nonparametric Estimation of the Variance of Sample Means Based on Nonstationary Spatial Data. ISRN SLU-SRG-AR--88--SE.

89 Ekström, M. Belyaev, Y. On the Estimation of the Distribution of Sample Means Based on Non-Stationary Spatial Data. ISRN SLU-SRG-AR--89--SE.

90 Ekström, M. & Sjöstedt-de Luna, S. Estimation of the Variance of Sample Means Based on Nonstationary Spatial Data with Varying Expected Values. ISRN SLU-SRG-AR--90--SE.

#### **Fjärranalys:**

1997 28 Hagner, O. Satellitfjärranalys för skogsföretag. ISRN SLU-SRG-AR--28--SE.

29 Hagner, O. Textur till flygbilder för skattning av beståndsegenskaper. ISRN SLU-SRG-AR--29--SE.

1998 32 Dahlberg, U., Bergstedt, J. & Pettersson, A. Fältinstruktion för och erfarenheter från vegetationsinventering i Abisko, sommaren 1997. ISRN SLU-SRG-AR--32--SE.

43 Wallerman, J. Brattåkerinventeringen. ISRN SLU-SRG-AR--28--SE.

1999 51 Holmgren, J., Wallerman, J. & Olsson, H. Plot - Level Stem Volume Estimation and Tree Species Discrimination with Cirs Remote Sensing. ISRN SLU-SRG-AR--51--SE.

53 Reese, H. & Nilsson, M. Using Landsat TM and NFI data to estimate wood volume, tree biomass and stand age in Dalarna. ISRN SLU-SRG-AR--53--SE.

2000 66 Löfstrand, R., Reese, H. & Olsson, H. Remote Sensing aided Monitoring of Non-Timber Forest Resources - A literature survey. ISRN SLU-SRG-AR--66--SE.



- 69 Tingelöf, U & Nilsson, M. Kartering av hyggeskanter i pankromaötiska SPOT-bilder. ISRN SLU-SRG-AR--69--SE.
- 79 Reese, H & Nilsson, M. Wood volume estimation for Älvsbyn Kommun using spot satellite data and NFI plots. ISRN SLU-SRG-AR--79--SE.

### **Kompendier och undervisningsmaterial:**

- 1996 14 Holm, S. & Thuresson, T. samt jägm.studenter kurs 92/96. En analys av skogstillståndet samt några alternativa avverkningsberäkningar för en del av Östads säteri. ISRN SLU-SRG-AR--14--SE.
- 21 Holm, S. & Thuresson, T. samt jägm.studenter kurs 93/97. En analys av skogstillståndet samt några alternativa avverkningsberäkningar för en stor del av Östads säteri. ISRN SLU-SRG-AR--21--SE.
- 1998 42 Holm, S. & Lämås, T. samt jägm.studenter kurs 93/97. An analysis of the state of the forest and of some management alternatives for the Östad estate. ISRN SLU-SRG-AR--42--SE.
- 1999 58 Holm, S. samt studenter vid Sveriges lantbruksuniversitet i samband med kurs i strategisk och taktisk skoglig planering år 1998. En analys av skogstillståndet samt några alternativa avverkningsberäkningar för Östads säteri. ISRN SLU-SRG-AR--58--SE.
- 2001 87 Eriksson, O (Ed.) Strategier för Östads säteri: Redovisning av planer framtagna under kursen Skoglig planering ur ett företagsperspektiv HT2000, SLU Umeå. ISRN SLU-SRG-AR--87--SE.

### **Examensarbeten:**

- 1995 5 Törnquist, K. Ekologisk landskapsplanering i svenskt skogsbruk - hur började det?. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--5--SE.
- 1996 6 Persson, S. & Segner, U. Aspekter kring datakvaliténs betydelse för den kortsiktiga planeringen. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--6--SE.
- 7 Henriksson, L. The thinning quotient - a relevant description of a thinning? Gallringskvot - en tillförlitlig beskrivning av en gallring? Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--7--SE.
- 8 Ranvald, C. Sortimentinriktad avverkning. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--8--SE.
- 9 Olofsson, C. Mångbruk i ett landskapsperspektiv - En fallstudie på MoDo Skog AB, Örnsköldsviks förvaltning. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--9--SE.

- 10 Andersson, H. Taper curve functions and quality estimation for Common Oak (*Quercus Robur L.*) in Sweden. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--10--SE.
- 11 Djurberg, H. Den skogliga informationens roll i ett kundanpassat virkesflöde. - En bakgrundsstudie samt simulering av inventeringsmetoders inverkan på noggrannhet i leveransprognoser till sågverk. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--11--SE.
- 12 Bredberg, J. Skattning av ålder och andra beståndsvariabler- en fallstudie baserad på MoDo:s indelningsrutiner. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--12--SE.
- 13 Gunnarsson, F. On the potential of Kriging for forestmanagement planning. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--13--SE.
- 16 Tormalm, K. Implementering av FSC-certifiering av mindre enskilda markägares skogsbruk. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--16--SE.
- 1997 17 Engberg, M. Naturvärden i skog lämnad vid slutavverkning. - En inventering av upp till 35 år gamla föryngringsytor på Sundsvalls arbetsomsåde, SCA. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN-SLU-SRG-AR--17--SE.
- 20 Cedervind, J. GPS under krontak i skog. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--20--SE.
- 27 Karlsson, A. En studie av tre inventeringsmetoder i slutavverkningsbestånd. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--27--SE.
- 1998 31 Bendz, J. SÖDRAs gröna skogsbruksplaner. En uppföljning relaterad till SÖDRAs miljömål, FSC's kriterier och svensk skogspolitik. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--31--SE.
- 33 Jonsson, Ö. Trädskikt och ståndortsförhållanden i strandskog. - En studie av tre bäckar i Västerbotten. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--33--SE.
- 35 Claesson, S. Thinning response functions for single trees of Common oak (*Quercus Robur L.*) Examensarbete. ISRN SLU-SEG-AR--35--SE.
- 36 Lindskog, M. New legal minimum ages for final felling. Consequences and forest owner attitudes in the county of Västerbotten. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--36--SE.
- 40 Persson, M. Skogsmarksindelningen i gröna och blå kartan - en utvärdering med hjälp av riksskogstaxeringens provtytor. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--40--SE.
- 41 Eriksson, F. Markbaserade sensorer för insamling av skogliga data - en förstudie. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--41--SE.

- 45 Gessler, C. Impedimentens potentiella betydelse för biologisk mångfald. - En studie av myr- och bergimpediment i ett skogslandskap i Västerbotten. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--45--SE.
- 46 Gustafsson, K. Långsiktplanering med geografiska hänsyn - en studie på Bräcke arbetsområde, SCA Forest and Timber. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--46--SE.
- 47 Holmgren, J. Estimating Wood Volume and Basal Area in Forest Compartments by Combining Satellite Image Data with Field Data. Examensarbete i ämnet Fjärranalys. ISRN SLU-SRG-AR--47--SE.
- 49 Härdelin, S. Framtida förekomst och rumslig fördelning av gammal skog. - En fallstudie på ett landskap i Bräcke arbetsområde. Examensarbete SCA. ISRN SLU-SRG-AR--49--SE.
- 1999 55 Imamovic, D. Simuleringsstudie av produktionskonsekvenser med olika miljömål. Examensarbete för Skogsstyrelsen. ISRN SLU-SRG-AR--55--SE
- 62 Fridh, L. Utbytesprognoser av rotstående skog. Examensarbete i skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--62--SE.
- 2000 67 Jonsson, T. Differentiell GPS-mätning av punkter i skog. Point-accuracy for differential GPS under a forest canopy. ISRN SLU-SRG-AR--67--SE.
- 71 Lundberg, N. Kalibrering av den multivariata variabeln trädslagsfördelning. Examensarbete i biometri. ISRN SLU-SRG-AR--71--SE.
- 72 Skoog, E. Leveransprecision och ledtid - två nyckeltal för styrning av virkesflödet. Examensarbete i skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--72--SE.
- 74 Johansson, L. Rotröta i Sverige enligt Riksskogstaxeringen. Examensarbete i ämnet skogsindelning och skogsuppskattning. ISRN SLU-SRG-AR--74--SE.
- 77 Nordh, M. Modellstudie av potentialen för renbete anpassat till kommande slutavverkningar. Examensarbete på jägmästarprogrammet i ämnet skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--77--SE.
- 78 Eriksson, D. Spatial Modeling of Nature Conservation Variables useful in Forestry Planning. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--78--SE.
- 81 Fredberg, K. Landskapsanalys med GIS och ett skogligt planeringssystem. Examensarbete på skogsvetarprogrammet i ämnet skogshushållning. ISRN SLU-SRG-AR--81--SE.
- 83 Lindroos, O. Underlag för skogligt länsprogram Gotland. Examensarbete i ämnet skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--83--SE
- 84 Dahl, M. Satellitbildsbaserade skattningar av skogsområden med röjningsbehov. Examensarbete på skogsvetarprogrammet i ämnet skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--84--SE.

- 85 Staland, J. Styrning av kundanpassade timmerflöden - Inverkan av traktbankens storlek och utbytesprognosens tillförlitlighet. Examensarbete i ämnet skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--85--SE.
- 2002 92 Bodenheim, J. Tillämpning av olika fjärranalysmetoder för urvalsförfarandet av ungskogsbestånd inom den enkla älgbetesinventeringen (ÄBIN). Examensarbete på skogsvetarprogrammet i ämnet fjärranalys. ISRN SLU-SRG-AR--9--SE.

#### **Internationellt:**

- 1998 39 Sandewall, Ohlsson, B & Sandewall, R.K. People's options on forest land use - a research study of land use dynamics and socio-economic conditions in a historical perspective in the Upper Nam Nan Water Catchment Area, Lao PDR. ISRN SLU-SRG-AR--39--SE.
- 44 Sandewall, M., Ohlsson, B., Sandewall, R.K., Vo Chi Chung, Tran Thi Binh & Pham Quoc Hung. People's options on forest land use. Government plans and farmers intentions - a strategic dilemma. ISRN SLU-SRG-AR--44--SE.
- 48 Sengthong, B. Estimating Growing Stock and Allowable Cut in LaoPDR using Data from Land Use Maps and the National Forest Inventory (NFI). Master thesis. ISRN SLU-SRG-AR--48--SE.
- 1999 60 Inter-active and dynamic approaches on forest and land-use planning - proceedings from a training workshop in Vietnam and Lao PDR, April 12-30, 1999. Edited by Mats Sandewall ISRN SLU-SRG-AR--60--SE.